УДК 656 https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-1-8-15

Анализ конфликтных точек, конфликтных ситуаций и расчет интенсивности движения на заданном участке дорожной сети

Р. С. Дуров[1], Е. В. Варнакова[2], К. О. Кобзев[3], Н. Д. Кобзева[4]

[1,2,3] Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)
[4] Ростовский государственный медицинский университет (РостГМУ) (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Исследован автомобильный трафик на площади Комбайностроителей в Ростове-на-Дону. Отмечена необходимость и возможность организационного улучшения ситуации на этом участке дорожной сети. Учитывая активное развитие города в частности и Ростовской агломерации в целом, результаты исследования будут актуальны при проектировании развития системы регулирования и уличной сети.
Постановка задачи. Необходимо зафиксировать и оценить основные параметры автомобильного и пешеходного трафика на рассматриваемом участке дорожной сети с целью дальнейшего улучшения организации дорожного движения.
Теоретическая часть. Проанализированы конфликтные точки и конфликтные ситуации на заданном участке дорожной сети. В течение трех дней фиксировалась интенсивность движения транспорта и пешеходов в часы пик. Высчитан соответствующий среднесуточный показатель. Описан состав автопотока с точки зрения видов транспорта. Данные визуализированы в виде диаграмм и картограммы.
Заключение. Интенсивность и состав автотрафика определяют его скорость, поэтому они учитываются при проектировании систем регулирования дорожного движения, развитии уличной сети и разработке генерального плана города. Для рассматриваемого участка часы пик — 10.00 и 17.00. До 10 часов интенсивность нарастает, с 11.00 до 19.00 незначительно меняется, а затем сокращается.

Ключевые слова: автомобильный трафик, конфликтные точки, среднесуточная интенсивность дорожного движения, дорожная сеть.

Для цитирования: Анализ конфликтных точек, конфликтных ситуаций и расчет интенсивности движения на заданном участке дорожной сети / Р. С. Дуров, Е. В. Варнакова, К. О. Кобзев, Н. Д. Кобзева // Безопасность техногенных и природных систем. — 2020. — № 1 — С. 8−15.

Analysis of conflict points, conflict situations and calculation of traffic density on a given section of the road network

R. S. Durov [1], E. V. Varnakova [2], K. O. Kobzev [3], N. D. Kobzeva[4]

[1,2,3]Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)
[4]Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The paper considers traffic in Kombaynostroiteley square in Rostov-on-Don. The necessity and possibility of organizational improvement of the situation on this road network section is noted. Taking into account the active development of the city in particular and the Rostov agglomeration in general, the results of the study will be relevant in the development of the control system and the street network.
Problem Statement. It is necessary to record and evaluate the main parameters of road and pedestrian traffic on the considered section of the road network in order to further improve the organization of traffic.
Theoretical Part. Conflict points and conflict situations on a given section of the road network are analyzed. For three days, traffic and pedestrians density during rush hours was recorded. The corresponding average-per-day indicator is calculated. Traffic flow composition from the point of view of types of transport is described. The data is visualized as charts and cartograms.
Conclusion. Traffic density and composition determines its speed, so they are taken into account in the design of traffic control systems, the development of the street network and the development of the general plan of the city. For the section under consideration, the rush hours are 10 a.m. and 5 p.m. The intensity increases up to 10 a.m., changes slightly from 11 a.m. to 7 p.m., and then decreases.

Keywords: traffic, conflict points, average-per-day traffic density, road network.

For citation: Durov R.S., Varnakova E.V., Kobzev K.O., Kobzeva N.D. Analysis of conflict points, conflict situations and calculation of traffic density on a given section of the road network: Safety of Technogenic and Natural Systems. 2020;1: 8−15.

Введение. Изучение автомобильного трафика на площади Комбайностроителей вблизи ДК «Ростсельмаш» в Ростове-на-Дону показало, что автотранспортный поток на этой развязке можно оптимизировать. С этой целью необходимо оценить интенсивность движения автотранспорта, определить конфликтные точки участка и, основываясь на полученных данных, предложить варианты улучшения ситуации, снижения аварийности. Результаты исследования будут актуальны при проектировании развития системы регулирования, уличной сети и генерального плана города.

Постановка задачи. В рамках данной работы предполагается зафиксировать и оценить основные параметры автомобильного и пешеходного трафика на рассматриваемом участке дорожной сети с целью дальнейшего улучшения организации дорожного движения.

Анализ конфликтных точек и конфликтных ситуаций на заданном участке дорожной сети (УДС). В работе рассмотрена кольцевая развязка на площади Комбайностроителей в Ростове-на-Дону. Поворотный круг находится на пересечении пр. Сельмаш, ул. 1-й Конной Армии и ул. Селиванова.

По пятибалльной системе имеющиеся здесь конфликтные точки оцениваются следующим образом (рис. 1):

— пересечение (5 баллов),
— слияние (3 балла),
— разделение (1 балл).

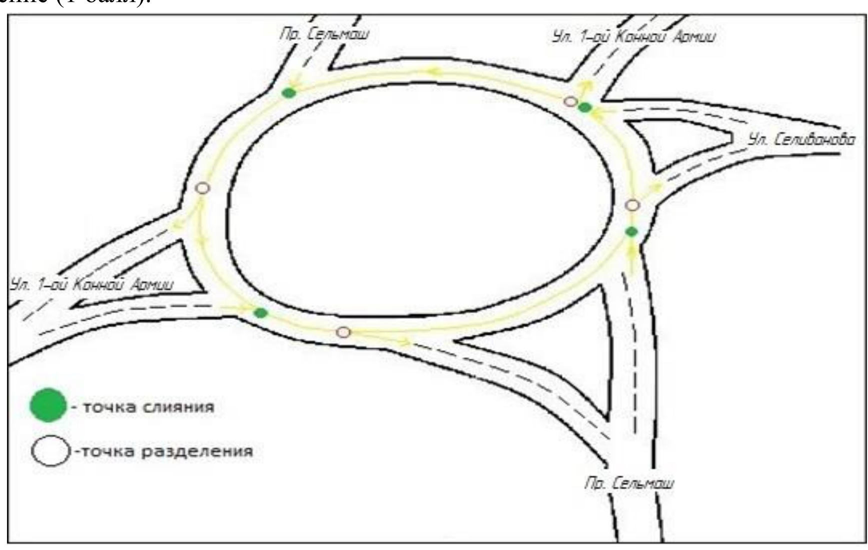


Рис. 1. Конфликтные точки на кольцевой транспортной развязке
(пл. Комбайностроителей, Ростов-на-Дону)

Используем формулу сложности перекрестков [1]

$$m = n_p + 3n_c + 5n_n ,$$

где $n_р$ — количество точек разделения, $n_с$ — количество точек слияния, $n_п$ — количество точек пересечения.

Объект является не перекрестком, а кольцом, поэтому здесь нет точек пересечения. Следовательно, $5n_n$ равно нулю:

$$m = n_p + 3n_c = 6 + 24 = 30 .$$

В нашем случае $m < 40$. Это означает, что узел простой.

Количество конфликтных точек измеряется количеством полос движения и разрешенных направлений движения транспортных средств (ТС) [2].

После вычисления условного индекса m сложности пересечения необходимо выяснить, к какой категории относится данный перекресток[1]. На этом основываются мероприятия по улучшению организации дорожного движения (ОДД) на рассматриваемом участке [3].

Конфликтным точкам условно присваиваются баллы опасности по десятибалльной системе (таблица 1).

[1]Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. ОДМ 218.1.052-2002 / Московский автомобильно-дорожный гос. техн. ун-т, ФГУП «РосдорНИИ», ИТС ВолгГАСА ; Управление эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства // Техэксперт : [сайт]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200084056 (дата обращения 22.02.2020).

Таблица 1

Баллы опасности для конфликтных точек на транспортной развязке

Конфликтная точка	Оценка, балл
Разделение потоков	1
Слияние потоков	2
Пересечение под углом, град:	
30	3
60	4
90	6
120	7
150	8
180 (встречное движение)	10

Расчет интенсивности движения. Расчет проводился по двум направлениям движения, отдельно для транспорта и пешеходов. Первое направление: проспект Сельмаш — ул. 1-й Конной Армии. Второе: проспект Сельмаш (в сторону пригородного автовокзала). На участке посчитано количество ТС и пешеходов за 1 час. Расчет проводили в пиковые часы 21.09.2019 с 8.00 до 9.00, 22.09.2019 с 12.00 до 13.00 и 23.09.2019 с 17.00 до 18.00.

Результаты измерений приведены в таблицах 2–7.

Таблица 2

Виды автомобилей — участников транспортного потока 21.09.2019 8.00–9.00

Виды ТС	Интенсивность движения, ед/ч								Всего
Легковой автомобиль	374	72	61	289	190	111	214	482	1793
Грузовой автомобиль	—	11	12	—	10	4	—	—	37
Автобус	32		—	32	36			36	136
Микроавтобус	18		—	18	16			16	68
Мотоцикл	2	2	—	—	—			—	4
Трамвай	—	—	—	—	4	4	—	—	8
Всего	426	85	73	339	256	119	214	534	2046

Таблица 3

Виды автомобилей — участников транспортного потока 22.09.2019 12.00–13.00

Виды ТС	Интенсивность движения, ед./ч								Всего
Легковой автомобиль	285	102	85	314	196	95	252	403	1732
Грузовой автомобиль	—	17	11	—	17	12	—	—	57
Автобус	28		—	28	32			32	120
Микроавтобус	18		—	18	16			16	68
Мотоцикл	2	2	—	—	—			—	4
Трамвай	—	—	—	—	4	4	—	—	8
Всего	333	121	96	360	265	111	252	451	1989

Таблица 4

Виды автомобилей — участников транспортного потока 23.09.2019 17.00–18.00

Виды ТС	Интенсивность движения, ед./ч								Всего
Легковой автомобиль	411	80	72	304	200	135	201	342	1745
Грузовой автомобиль	—	5	2	—	7	8	—	—	22
Автобус	30		—	30	34			34	128
Микроавтобус	21		—	21	18			18	78
Мотоцикл	4	4	—	—	—			—	8
Трамвай	—	—	—	—	3	3	—	—	6
Всего	466	89	74	355	262	146	201	394	1987

Таблица 5

Среднесуточная интенсивность транспортного потока

Виды ТС	Интенсивность движения, ед./ч								Всего
Легковой автомобиль	357	85	73	303	196	114	223	409	1760
Грузовой автомобиль	—	11	9	—	10	8	—	—	38
Автобус	30		—	30	34			34	128
Микроавтобус	17		—	17	17			17	68
Мотоцикл	3	3	—	—	—			—	6
Трамвай	—	—	—	—	4	4	—	—	8
Всего	407	99	82	350	261	126	223	460	2008

Расчет интенсивности движения в приведенных автомобилях/час рассчитываем по общей формуле [4]:

$$N = \sum_{i=1}^{n} N_i K_{\text{пр}i},$$

где N_i — интенсивность движения автомобилей данного типа, авт./ч; $K_{\text{пр}i}$ — коэффициент приведения для данной группы автомобилей; n — количество типов автомобилей.

Таблица 6

Коэффициент интенсивности движения в приведенных автомобилях/час [5]

Типы автомобилей	Коэффициент
Легковые	1
Мотоциклы и мопеды	0,5
Грузовые	2
Автобусы	2,5
Микроавтобусы	1,5
Тракторы	3

Интенсивность движения в приведенных автомобилях/час за промежутки 8.00–9.00, 12.00–13.00, 17.00–18.00 рассчитаны по приведенной выше формуле [6]:

$$N = 1793 \times 1 + 37 \times 2 + 140 \times 2{,}5 + 68 \times 1{,}5 + 4 \times 0{,}5 = 2321 \text{ (авт./ч)},$$

$$N = 1732 \times 1 + 57 \times 2 + 128 \times 2{,}5 + 68 \times 1{,}5 + 4 \times 0{,}5 = 2270 \text{ (авт./ч)},$$

$$N = 1745 \times 1 + 22 \times 2 + 134 \times 2{,}5 + 78 \times 1{,}5 + 8 \times 0{,}5 = 2245 \text{ (авт./ч)}.$$

Среднесуточная интенсивность движения в приведенных автомобилях/час рассчитана по формуле [7]:

$$N = 1760 \times 1 + 38 \times 2 + 136 \times 2{,}5 + 68 \times 1{,}5 + 6 \times 0{,}5 = 2281 \text{ (авт./ч)}.$$

Коэффициенты распределения интенсивности движения в зависимости от времени наблюдения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Коэффициенты распределения интенсивности движения[2]

Часы	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8
Коэффициент	0,083	0,025	0,009	0,023	0,059	0,144	0,270	0,32
Часы	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16
Коэффициент	0,52	0,68	1,0	0,84	0,74	0,75	0,83	0,97
Часы	16–17	17–18	18–19	19–20	20–21	21–22	22–23	23–0
Коэффициент	1,05	0,95	0,9	0,47	0,26	0,24	0,19	0,12

На рис. 2–5 визуализированы данные об интенсивности движения [8].

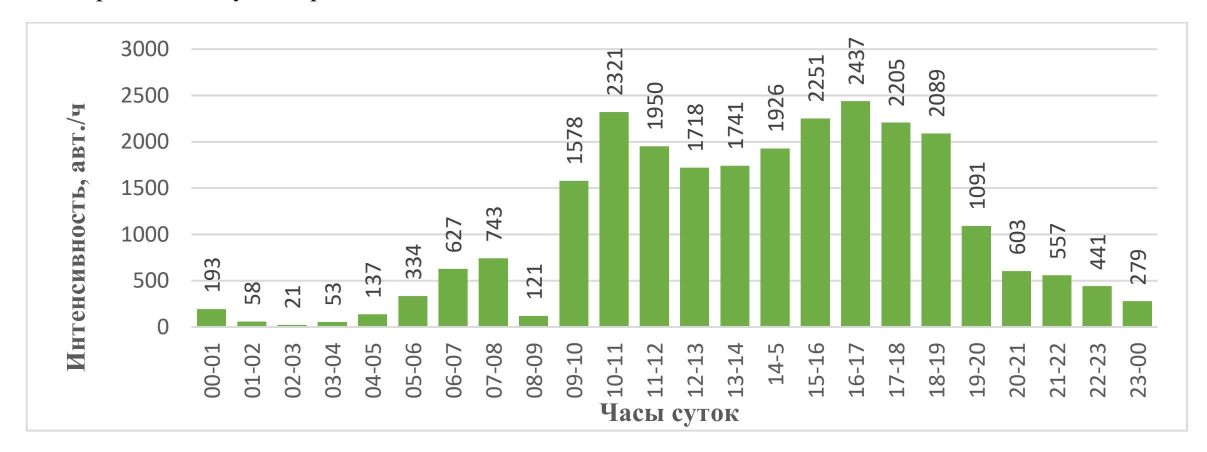


Рис. 2. Интенсивность движения 21.09.19

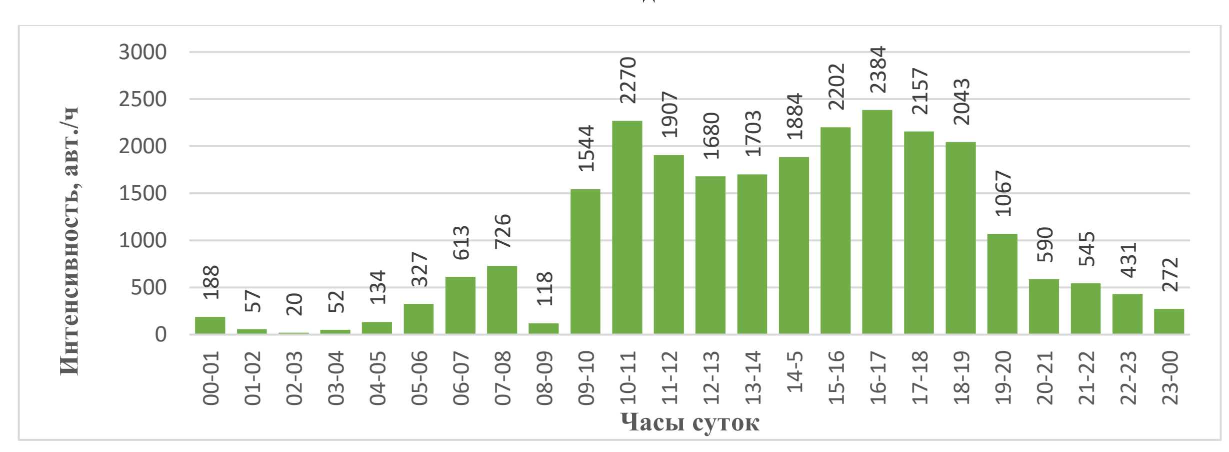


Рис. 3. Интенсивность движения 22.09.19

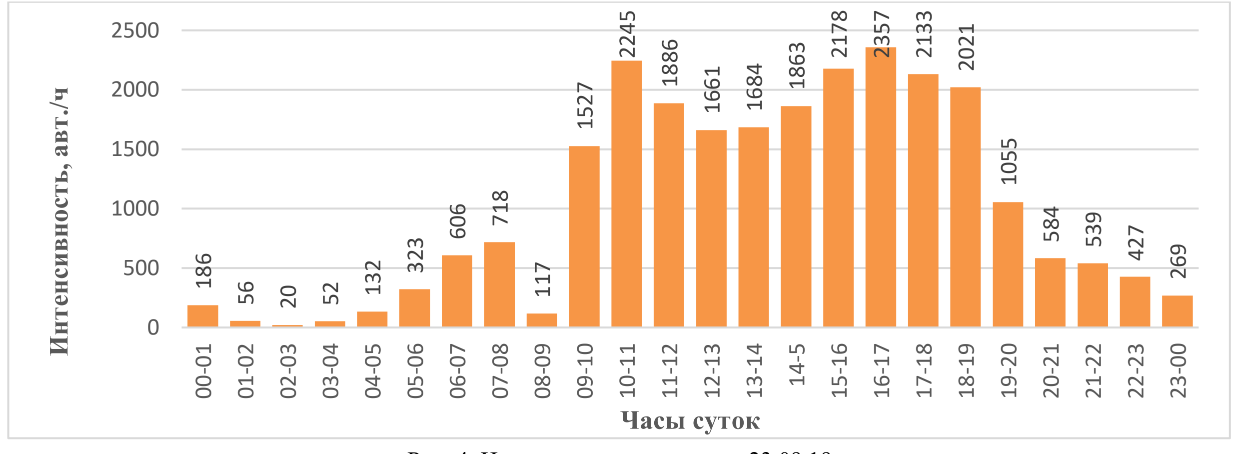


Рис. 4. Интенсивность движения 23.09.19

[2] Госавтоинспекция [официальный сайт ГИБДД МВД России по Ростовской области]. URL: https://xn--90adear.xn--p1ai/r/61 (дата обращения: 24.09.2019).

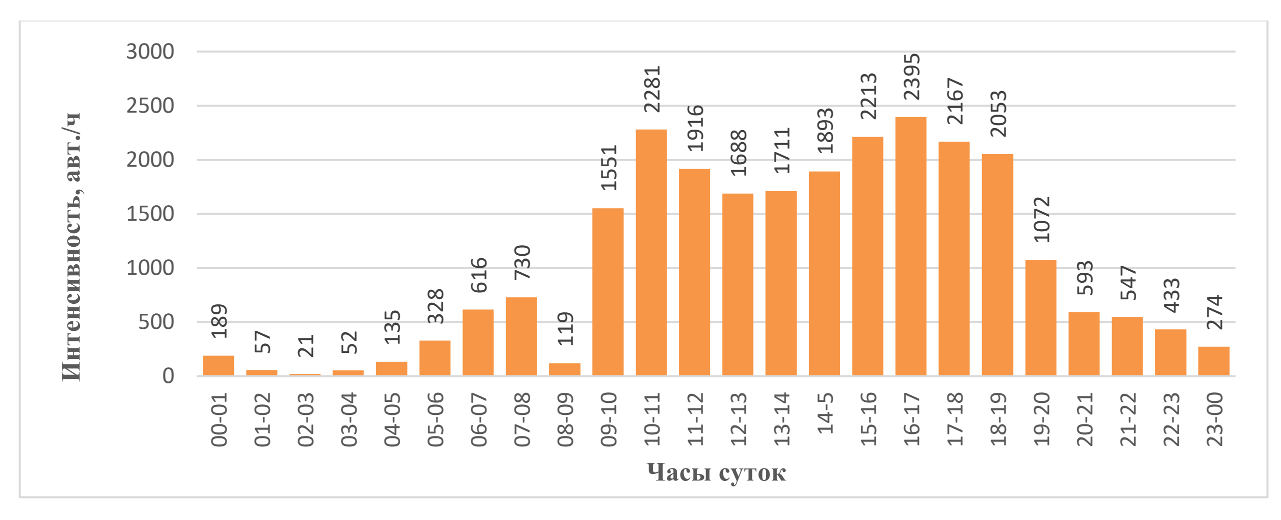


Рис. 5. Среднесуточная динамика интенсивности движения

Наблюдения показали, что на изучаемом участке транспортный поток почти на 90% состоит из легковых автомобилей (рис. 6).

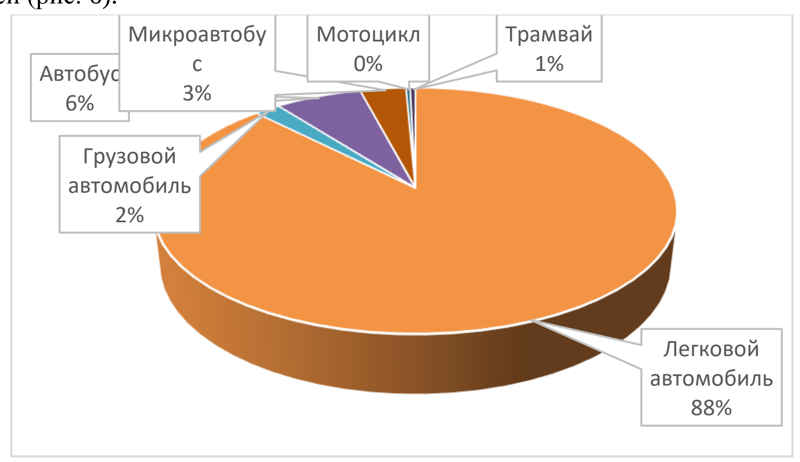


Рис. 6. Виды транспортных средств, участвующих в дорожном движении

Таблица 8

Среднесуточная интенсивность движения пешеходов

Направление	1	2	3	4	5	6	7	8
Интенсивность, ед./ч	117	110	104	100	128	100	121	106

Данные табл. 8 визуализированы на рис. 7.

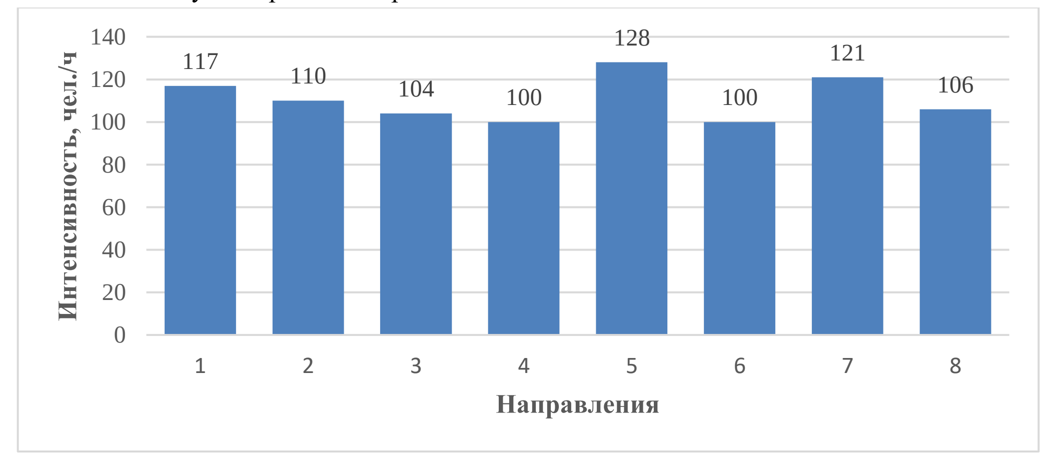


Рис. 7. Интенсивность движения пешеходов на перекрестке

Полученные результаты зафиксированы на условной картограмме (рис. 8).

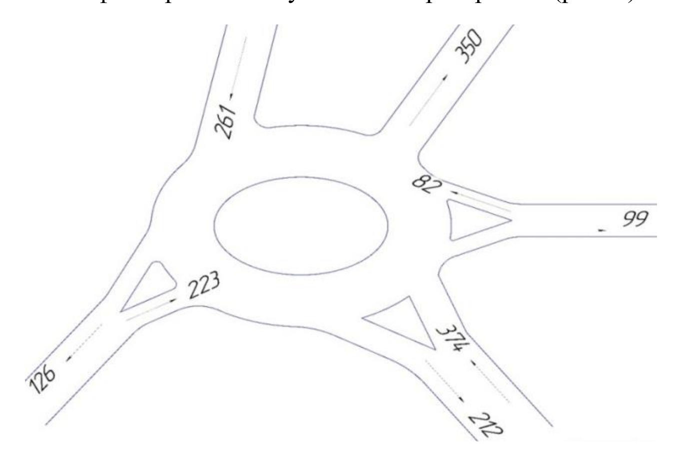


Рис. 8. Картограмма интенсивности движения автомобилей на перекрестке

Заключение. Интенсивность и состав транспортного потока принимаются во внимание при проектировании систем регулирования дорожного движения, развитии уличной сети и разработке генерального плана города. Данные о транспортных средствах, участвующих в потоке, определяют его скорость. Для приближения расчетных показателей этой скорости к реальным следует учитывать подлинные скорости преобладающих в потоке видов транспорта.

Результаты исследования интенсивности транспортного и пешеходного трафика позволяют утверждать, что для рассматриваемого участка часы пик приходятся на 10.00 и 17.00. Интенсивность плавно нарастает до 10 часов. С 11.00 до 19.00 интенсивность изменяется незначительно, а затем сокращается.

Библиографический список

1. Беженцев, А. А. Безопасность дорожного движения / А. А. Беженцев. — Москва : Вузовский учебник, 2017. — 272 с.

2. Садило, М. В. Оценка дорожных условий и безопасности движения на участках автодороги / М. В. Садило, Р. М. Садило. — Новочеркасск : ЮРГТУ, 1999. — 193 с.

3. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. — Москва : Академкнига, 2005. — 285 с.

4. Горев, А. В. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А. В. Горев, Е. М. Олещенко. — Москва : Академия, 2006. — 144 с.

5. Волков, В. С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения / В. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 144 с.

6. Бадагуев, Б. Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения) / Б. Т. Бадагуев. — Москва : Альфа-Пресс, 2018. — 240 с.

7. Волков, В. С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения / В. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 144 с.

8. Рушевский, П. В. Организация и регулирование уличного движения с применением автоматических средств управления / П. В. Рушевский. — Москва : Высшая школа, 2006. — 365 с.

Сдана в редакцию 21.11.2019
Запланирована в номер 14.01.2020

Об авторах

Дуров Роман Сергеевич, магистрант Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0437-7000, roma.0107@mail.ru.

Варнакова Екатерина Владимировна, магистрант Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0621-358X, katya-arena97@mail.ru.

Кобзев Кирилл Олегович, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5633-3352, 5976765@mail.ru.

Кобзева Наталия Дмитриевна, ассистент кафедры внутренних болезней № 1 Ростовского государственного медицинского университета (344032, РФ, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29), кандидат медицинских наук, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3390-2452, 5976765@mail.ru.

Заявленный вклад соавторов

Р. С. Дуров — сбор и анализ литературных данных, участие в исследованиях, критический анализ, редактирование. Е. В. Варнакова — литературный и патентный анализ, участие в теоретическом исследовании, редактирование текста. К. О. Кобзев — научное руководство, формулирование основной концепции исследования и структуры статьи. Н. Д. Кобзева — определение методологии исследования, постановка задачи.

Submitted 21.11.2019
Scheduled in the issue 14.01.2020

Information about the authors

Roman S. Durov, Master's degree student, Don State Technical University (344000, Russian Federation, Rostov-on-Don, Gagarin square, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0437-7000, roma.0107@mail.ru.

Ekaterina V. Varnakova, Master's degree student, Don State Technical University (344000, Russian Federation, Rostov-on-Don, Gagarin square, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0621-358X, katya-arena97@mail.ru.

Kirill O. Kobzev, Associate professor, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (344000, Russian Federation, Rostov-on-Don, Gagarin square, 1), Candidate of technical sciences, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5633-3352, 5976765@mail.ru.

Nataliya D. Kobzeva, Assistant, Department of Internal Diseases no. 1, Rostov State Medical University (344032, Russian Federation, Rostov-on-Don, Nakhichevansky lane, 29), Candidate of medical sciences, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3390-2452, 5976765@mail.ru.

Contribution of the authors

R. S. Durov — collection and analysis of literary data, participation in research, critical analysis, editing. E. V. Varnakova — literary and patent analysis, participation in theoretical research, text editing. K. O. Kobzev — scientific supervision, formulation of the main research concept and structure of the article. N. D. Kobzeva — methodology of the study, statement of the problem.